



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09039063 A**(43) Date of publication of application: **10.02.97**

(51) Int. Cl.

B29C 47/02
B29C 47/92
B60J 1/00
B60R 13/04
// B29L 31:34

(21) Application number: **07192217**(22) Date of filing: **27.07.95**(71) Applicant: **TOYOTA MOTOR CORP TOKAI KOGYO KK**

(72) Inventor: **TODAKA NOBUHIKO**
YAMAGUCHI SATOSHI
UEDA KAZUNORI
MITSUDA KENICHI
HIRAI YOICHI
ARAI JUNJI

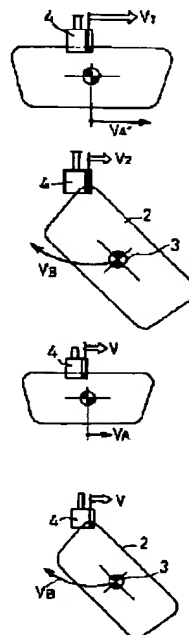
(54) EXTRUDER AND CONTROLLER THEREFOR

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To operate a robot at the performance speed thereof irrespective of the shape of an extruded article by setting the movement speed of a workpiece for the linear part of the extruded article faster than the movement speed thereof for the corner part of the extruded article while allowing the workpiece to perform composite motion consisting of linear motion and rotary motion.

SOLUTION: A workpiece 2 held by an attachment mounted at a top end of an arm of a robot is so designed that the center 3 where the workpiece 2 is held performs composite motion consisting of linear motion and rotary motion. In this case, without restricting the operation speed V_A of the robot at the time of forming the linear part of the workpiece, during which the movement speed of the workpiece is not decreased, with respect to the operation speed V_B of the robot at the time of forming the corner part of the workpiece, during which the movement speed of the workpiece is decreased depending upon the distance between the center 3 and the corner part, the operation speed V_A of the robot at the time of forming the linear part of the workpiece is set to $V_A' > V_A$ and made to be $V_1 > V_2$. Accordingly, the workpiece 2 moves at a high speed V_1 in the moving section of the linear part and moves at low speed V_2 in the moving section of the corner part with respect to a top end of a nozzle.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-39063

(43) 公開日 平成9年(1997)2月10日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 9 C 47/02		9349-4F	B 2 9 C 47/02	
47/92		9349-4F	47/92	
B 6 0 J 1/00			B 6 0 J 1/00	M
B 6 0 R 13/04			B 6 0 R 13/04	Z
// B 2 9 L 31:34				

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平7-192217

(22) 出願日 平成7年(1995)7月27日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(71) 出願人 000219705

東海興業株式会社

愛知県大府市長根町4丁目1番地

(72) 発明者 戸高 信彦

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 山口 聡

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 弁理士 大川 宏

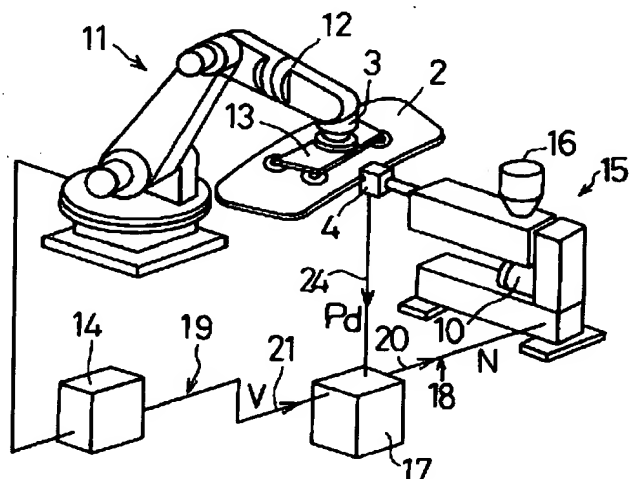
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 押出成形装置及びその制御装置

(57) 【要約】

【課題】 ロボットの運転速度を成形品の形状にかかわらず能力速度で運転できるようにしてサイクルタイムを短縮する。

【解決手段】 ノズル先端部に対するワークの移動速度の変化を許容し、成形品の形状によってロボット運転速度が制限されないようにしたものであって、押出成形機はフレーム状成形品となる押出物をノズル先端部に繰出す成形機アクチュエータを有し、ロボットは上記成形品が形成されるワークを保持するとともに、上記ノズル先端部に対するワークの移動速度に関し、上記成形品のコーナ状部によって制約されるワーク移動速度より直線状部のワーク移動速度が速くなるように設定した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 フレーム状成形品となる押出物をノズル先端部に繰出す成形機アクチュエータを有した押出成形機と、

上記成形品が形成されるワークを直線及び旋回からなる複合運動させつつ保持するとともに、上記ノズル先端部に対するワーク移動速度に関し、上記成形品のコーナ状部と上記旋回を中心との距離によって制約される上記コーナ状部のワーク移動速度より直線状部のワーク移動速度が速くなるように運転速度を設定したロボットとからなる押出成形装置。

【請求項2】 フレーム状成形品となる押出物をノズル先端部に繰出す成形機アクチュエータを有した押出成形機と、

上記成形品が形成されるワークを直線及び旋回からなる複合運動させつつ保持するとともに、上記ノズル先端部に対するワーク移動速度に関し、上記成形品のコーナ状部と上記旋回を中心との距離によって制約される上記コーナ状部のワーク移動速度より直線状部のワーク移動速度が速くなるように運転速度を設定したロボットとからなる押出成形装置において、

上記ノズル先端部に対する上記ワーク移動速度を成形前に読込む速度データ入力手段と、

上記ワーク移動速度、上記ノズル先端部における押出物圧力及び上記成形機アクチュエータの動作速度のうち任意の二つの関係を表す回帰式の一つを用いて上記速度データ入力手段に読込んだ上記ワーク移動速度を基準とする上記押出物圧力と上記成形機アクチュエータの動作速度との非線形差分要素及び時間差分要素のうち少なくとも一つを算出する差分要素演算手段と、

上記差分要素をパラメータとして上記ノズル先端部における押出物圧力が上記ワーク移動速度の変化に追従するように生成した制御信号によって上記成形機アクチュエータの動作速度を制御する操作手段と、を具備したことを特徴とする押出成形装置の制御装置。

【請求項3】 上記ノズル先端部における押出物圧力を検出する圧力検出手段を有し、

上記差分要素演算手段は、上記圧力検出手段からの検出圧力を入力し、上記速度データ入力手段で読込んだワーク移動速度の各速度値のときに上記ノズル先端部において必要な押出物圧力を上記ワーク移動速度と上記押出物圧力との関係を表す回帰式により算出し、該算出した押出物圧力と上記検出圧力とを比較して上記非線形差分要素を求めることを特徴とする請求項2記載の押出成形装置の制御装置。

【請求項4】 上記ノズル先端部に対する上記ワークの1サイクル分の移動速度を成形前に読込む速度データ入力手段と、

上記ワーク移動速度と上記成形機アクチュエータの動作速度との回帰式より上記速度データ入力手段で読込んだ

ワーク移動速度の各速度値毎に上記成形機アクチュエータに必要な動作速度を与えるための基本データを作成する基本データ作成手段を有し、

上記速度データ入力手段に読込んだ1サイクル分のワーク移動速度の変化波形を微分してワーク速度変化率を求め、上記ワーク移動速度とワーク速度変化率とを変数として上記成形機アクチュエータの動作速度が変化してから上記ノズル先端部における押出物圧力が変化する時間差分要素の回帰式を算出する差分要素演算手段と、

上記基本データ作成手段に作成した基本データを上記回帰式より求めた時間差分要素によって時間軸方向に修正して上記制御信号とする操作手段と、を具備したことを特徴とする請求項2記載の押出成形装置の制御装置。

【請求項5】 フレーム状成形品となる押出物をノズル先端部に繰出す成形機アクチュエータを有した押出成形機と、

上記成形品が形成されるワークを直線及び旋回からなる複合運動させつつ保持するとともに、上記ノズル先端部に対するワーク移動速度に関し、上記成形品のコーナ状部と上記旋回を中心との距離によって制約される上記コーナ状部のワーク移動速度より直線状部のワーク移動速度が速くなるように運転速度を設定したロボットとからなる押出成形装置において、

上記ノズル先端部における上記押出物圧力を検出する圧力検出手段と、

上記ノズル先端部に対する上記ワークの1サイクル分のワーク移動速度を予め読込む速度データ入力手段と、

該速度データ入力手段に読込んだワーク移動速度の変化波形を微分し、得られるワーク速度変化率が変わる時系列点を設定するとともに、上記時系列点毎に上記成形機アクチュエータに必要な動作速度を与える指令速度と指令速度変化率を設定する基本データ作成手段と、

該基本データ作成手段に作成された1サイクル分の上記指令速度及び指令速度変化率とその時系列点からなるデータ群によって上記成形機アクチュエータをロボットと協働して1サイクル作動させる操作手段と、

上記圧力検出手段から出力される1サイクル分の検出圧力の波形より圧力変化率を求め、該圧力変化率が変わる時系列点を設定する圧力波形処理手段と、

上記ワーク速度変化率に関する時系列点と上記圧力変化率に関する時系列点との時間差分を演算し、該時間差分により上記基本データ作成手段に設定した上記データ群を修正する基本データ修正演算手段と、

次回サイクルの成形を行うため上記基本データ修正手段で修正したデータ群を上記基本データ作成手段に格納し上記制御信号とするデータ入替え手段と、を具備したことを特徴とする押出成形装置の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、車両用窓ガラス

の周縁部にフレーム状の成形品を一体に形成したり、単体のモール製品を製造する押出成形装置及び該押出成形装置により成形される成形品の断面形状を高精度に管理する押出成形装置の制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、車両用窓ガラスのようなパネル類の周縁部には、図17(A)，(B)に示すような枠形の成形品1が一体に形成される場合がある(特開平4-261822号公報参照)。上記成形品1の形成には、該成形品1となる押出物をノズル先端部4より吐出する押出成形機と、図18(A)，(B)に示すように、車両用窓ガラス2(以下、ワークという)を保持して上記ノズル先端部4に対し直線と旋回とからなる複合運動させるロボットとの協働システムが用いられる。押出成形機は、例えばモータ等の回転アクチュエータ(以下、成形機アクチュエータという)により溶融樹脂等の押出物を繰出しノズル先端部4より連続的に吐出するもので、ノズル先端部4を上記複合運動するワークの周縁部が移動するように設置される。ノズル先端部4には、後述するように押出物の押出し形状を成形品1の断面形状とする口金が取付けられている。

【0003】従って、ロボットを所定の速度で運転すると、ノズル先端部4に対しワークが移動し、その周縁部に図17(A)，(B)に示すような成形品1が一体に形成されるのである。なお、ワークの周縁部には図17(B)に示すようにプライマー5を塗り、押出物の熱と圧力でプライマー5が反応して接着層を形成するようにしている。

【0004】この種の押出し成形では、成形品の断面形状精度を連続的に得るため、ノズル先端部における単位時間当たりの押出物吐出量とワーク移動速度、この場合、ワーク周縁速度 V とを一定に保つことが固有技術である。これによれば、ワーク周縁速度 V とを一定に保つため、ワーク直線状部のワーク周縁速度を V とするときのロボット運転速度 v_A は、ワークコーナ状部の周縁速度を V とする時のロボット運転速度より制限されてしまい、1枚のワークに成形品を形成する時間(以下、サイクルタイムという)を長くする欠点がある。

【0005】即ち、ワークのコーナ状部と直線状部とで同じ周縁速度 V とするためには、ワーク直線状部を移動させるときのロボットの運転速度 v_A を、コーナ状部を移動させるときのロボットの運転速度 v_B より小さくせざるを得ず、結果、サイクルタイムは、ワークの周縁移動量(mm)/コーナ状部の移動速度(mm/sec)で決定されてしまい、ロボットの速度性能上計画されるサイクルタイムより長くなって、量産の要請に柔軟性がない。

【0006】そこで、直線状部でサイクルタイムを稼ぐように、直線状部とコーナ状部で周縁速度 V を変化させ、その変化に追従して押出物吐出量が相対的に変化するように押出成形機におけるアクチュエータの動作速度

(例えばスクリー回転数)を制御することが考えられる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、ノズル先端部における押出物吐出量は成形機アクチュエータによって押出される押出物の圧力に依存する物理量であり、成形機アクチュエータの動作速度とノズル先端部における押出物圧力(以下、単に押出物圧力という)との関係を表す回帰式は、非線形差分要素と時間差分要素とをもつ。

10 【0008】従って、一般的な比例動作、微分動作、積分動作を基調としたフィードバック制御をあてはめて、成形機アクチュエータの動作速度の変化に押出物圧力を追従させようとする、その回帰式の設定に多大な検討時間を要するとともに、上記一般的な制御では、上記時間差分要素を記憶して先読み補正する動作がないため、制御の遅れが顕著になって成形品の断面形状精度を保てなくなる。

20 【0009】また、押出物圧力は外気温度等の外乱因子によって目標値とのずれがおりやすく、連続生産の場合の自動制御化を困難なものとしている。この発明は上記問題点を鑑みてなされたもので、ロボットの運転速度を成形品の形状にかかわらず能力速度で運転できるようにしてサイクルタイムを短縮し得るとともに、これによりワークの移動速度が変化する場合でも成形品の断面形状のばらつきを小さくし、かつ、成形前の回帰式の設定等の準備作業を容易とすることを解決すべき課題とする。

【0010】

30 【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、この発明は、ノズル先端部に対するワークの移動速度の変化を許容し、成形品の形状によってロボット運転速度が制限されないようにしたものである。即ち、請求項1の発明は、フレーム状成形品となる押出物をノズル先端部に繰出す成形機アクチュエータを有した押出成形機と、上記成形品が形成されるワークを直線及び旋回からなる複合運動させつつ保持するとともに、上記ノズル先端部に対するワーク移動速度に関し、上記成形品のコーナ状部と上記旋回を中心との距離によって制約される上記コーナ状部のワーク移動速度より直線状部のワーク移動速度が速くなるように運転速度を設定したロボットとからなる押出成形装置としたものである。

40 【0011】請求項2の発明は、上記押出成形機の成形機アクチュエータを制御する押出成形装置の制御装置であって、特許請求の範囲に記載した構成を採り、一般的なCPU機能を有したコントローラを主体に実現される。速度データ入力手段は、CPUによってアクセスされるRAM、或いはレジスタで構成される。差分要素演算手段は、上記ワーク移動速度、上記ノズル先端部における押出物圧力及び上記成形機アクチュエータの動作速度のうち任意の二つの関係を表す回帰式の一つを書き込

み可能なROM若しくはRAMと、これと協働して上記ワーク移動速度を基準とする上記押出物圧力と上記成形機アクチュエータの動作速度との非線形差分要素及び時間差分要素のうち少なくとも一つを演算するALUとから構成する。操作手段は、上記成形機アクチュエータを駆動する電力出力回路を含み、該電力出力回路へ制御信号によって駆動信号を生成して供給する電気回路によって構成することができる。

【0012】請求項3の発明は、請求項2において、上記ワーク移動速度と上記ノズル先端部における押出物圧力との関係を表す回帰式を用いるとともに、ノズル先端部における押出物圧力を検出する圧力検出手段を設け、該圧力検出手段の検出圧力と回帰式から求まる押出物圧力との差を非線形差分要素として求める構成を採る。請求項4の発明は、基本データ作成手段にワーク移動速度が変化する時系列点と該時系列点に必要な成形機アクチュエータへの動作速度指令値（基本データ）を作成するとともに、1サイクル分のワーク移動速度の変化波形を読込み、この変化波形を微分して得られるワーク速度変化率とワーク移動速度とから、上記時系列点での押出物圧力と上記成形機アクチュエータの動作速度との時間差分要素を演算し、該時間差分要素に基づいて基本データの時間軸を、上記ワーク移動速度の変化する時系列点より前にシフトする構成を採る。

【0013】請求項5の発明は、上記押出成形機の成形機アクチュエータを制御する押出成形装置の制御装置であって、1サイクル分のワーク移動速度を予め読込むとともに、このワーク移動速度のワーク速度変化率が変化する時系列点に基本データを設定し、更に、上記基本データで成形中、1サイクル分の検出圧力の波形より圧力変化率が変化する時系列点と上記ワーク移動速度に基づく時系列点との時間差分を演算し、該時間差分により上記基本データを修正し、順次入替える構成を採る。

【0014】ここで、非線形差分要素とは、ワーク移動速度の変化特性と押出物圧力の変化特性の差分をいう。なお、請求項2～請求項5に係る発明は、例えば画面上にワーク移動速度の変化点を示すグラフを表示し、この変化点の手前で成形機アクチュエータの動作速度を変更する手動操作を行いつつ成形する実施を妨げるものではない。

【0015】

【作用】請求項1の発明によれば、例えばワークの周縁部に成形品を形成する場合、ワーク移動速度となるワーク周縁速度がコーナ状部で低下する場合でも、直線状部のワーク周縁速度をそれに合わせて低下させる必要がなく、ロボットを能力速度で運転することが可能となる。

【0016】請求項2の発明によれば、ワーク周縁速度を成形前に読込むとともに、ワーク周縁速度の波形と押出物圧力の波形との非線形差分要素若しくは時間差分要素を演算により求めることにより、これら差分要素に基

づいて成形機アクチュエータの動作速度を指令する制御信号をワーク周縁速度が変化する前に補正する。請求項3の発明によれば、ワーク周縁速度を成形前に読込むとともに、ワーク移動速度の波形と押出物圧力の波形との非線形差分要素を演算するので、非線形差分要素に起因した断面形状のばらつきを防止することができる。

【0017】請求項4の発明によれば、ワーク移動速度の変化する時系列点に、成形機アクチュエータの動作速度を指令する基本データを設定し、ワーク移動速度とこれを微分して得られるワーク速度変化率とから求めた上記時系列点での押出物圧力と上記成形機アクチュエータの動作速度との時間差分要素に基づいて、上記基本データの時間軸を上記ワーク移動速度の変化する時系列点より前に上記基本データを操作手段に出力する。これによりワーク移動速度の変化を先読みして押出物圧力を追従させる制御が可能となる。

【0018】請求項5の発明によれば、ワーク周縁速度が変化する時系列点と押出物圧力が変化する時系列点の時間差分を1サイクル毎に演算し、該時間差分よりワーク周縁速度の変化に対して成形機アクチュエータに動作速度を指令する制御信号の前出し時系列点を求め、かつ、前回の制御信号を上記前出し時系列点に必要な制御信号に修正する。

【0019】

【発明の実施の形態】次に、この発明を実施例により詳細に説明する。

基本構成

まず、この発明が適用された押出成形装置を図1に示す。図1において、ロボット11は、ロボット制御盤14によって運転指令がなされる多自由度のアーム12をもち、該アーム12の先端にはワーク2を保持するアタッチメント13が取付けられている。アタッチメント13に保持されたワーク2は、図18(A)、(B)に示すように、保持中心3が直線と旋回とからなる複合運動されるようになっている。

【0020】押出成形機15は、ホップ16に供給される押出物をモータ10によってノズル先端部4へ繰出し、該ノズル先端部4より吐出するようになっており、モータ10へは成形機制御盤17から通信ケーブル18を介して制御信号20が送出されている。この制御信号20は、この発明によりモータ10の回転速度Nを指令するための制御信号に相当するものである。

【0021】また、上記ロボット制御盤14から成形機制御盤17へは通信ケーブル19を介してワーク移動速度、ここではワーク周縁速度Vを指示する速度指示信号21が送出されている。更に、ノズル先端部4には、図2に示すように、ワークの周縁部に嵌合する切込み4aが形成されるとともに、該切込み4aと連通した吐出口22aをもつ口金22が装着されている。該吐出口22aは押出物の断面形状を規制している。

【0022】更に、以下の第1実施例と第3実施例では、ノズル先端部4に圧力センサ23を設置し、吐出口22aにおける押出物圧力を検出した制御を行うようになっている。この場合も圧力センサ23の検出圧力 P_d は通信ケーブル24を介して成形機制御盤17へ送出される。圧力センサ23は、例えば機械的歪みを検出する半導体膜を直接にノズル先端部4に設置したり、該半導体膜で定圧室を仕切ったものを用いることができる。

【0023】上記押出成形装置の特徴は、ワークのコーナ状部によって制約されるワーク周縁速度に合わせ全周縁等速度移動させることなく、ロボットの運転速度をワークの直線状部におけるワーク周縁速度が単独で高速となるように調整したものである。即ち、従来、図18(A)、(B)において、ワーク周縁速度を全周縁において定速度となるように、保持中心3とコーナ部との距離によってワーク移動速度が低下するコーナ部成形時のロボットの運転速度 v_a に対し、速度低下を生じない直線状部成形時のロボットの運転速度 v_a' を制限することなく、図3(A)と図18(A)とを対比してわかるように、ワーク直線状部の成形時のロボット運転速度 v_a' を、 $v_a' > v_a$ に設定して、 $V_1 > V_2$ としたものである。

【0024】従って、ワーク2は、図4(A)に示すように、ノズル先端部4に対し直線状部の移動区間 L_a では高速度 V_1 で移動し、コーナ部の移動区間 L_c では低速度 V_2 で移動する。そこで、上記のようにワーク周縁速度が直線状部で大きくなるワークに対し、この発明は、既述した固有技術を適用するために、押出物の吐出量(流量)を $V_1 \rightarrow V_2 \rightarrow V_1 \dots$ の変化に対応して制御する必要が生じる。以下の実施例は、この制御方式の幾つかを提供するものである。

【0025】制御装置の第1実施例

この発明の第1実施例は、上記基本構成を具備したものである。この発明の押出成形装置の制御装置を構成する成形機制御盤17の構成が図5のブロック図に示すように以下の如く構成される。即ち、成形機制御盤17には、上記ワーク周縁速度 V を示す速度指示信号21を成形前に読込む速度データ入力手段25と、上記圧力センサ23からの検出圧力 P_d を入力し、上記速度データ入力手段25で読込んだワーク周縁速度 V の各速度値のときに上記ノズル先端部4に必要な押出物圧力 P_i を上記ワーク周縁速度 V と上記押出物圧力 P との関係を表す回帰式により算出し、該算出した押出物圧力 P_i と上記検出圧力 P_d とを比較して上記速度データ入力手段25に読込んだワーク周縁速度 V を基準とする上記押出物圧力 P と上記モータ10の回転速度 N との非線形差分要素を求める差分要素演算手段26と、上記非線形差分要素をパラメータとして上記ノズル先端部4における押出物圧力 p が上記ワーク周縁速度 V の変化に追従するように制御信号20を生成し上記モータ10の回転速度 N を制御

する操作手段27とを具備する。

【0026】次に、上記構成の動作を図4乃至図7を参照して説明する。先に、ワーク2は、ノズル先端部4に対し直線状部の移動区間 L_a では高速度 V_1 で移動し、コーナ部の移動区間 L_c では低速度 V_2 で移動することを説明した。図4(A)はこのコーナ部と直線状部で変化するワーク周縁速度 V を示す波形である。このワーク周縁速度 V を示す波形は、例えば所定のワーク周縁部位置に速度センサを取付け、該速度センサから送出される信号或いは、ロボットの運転速度 v_a' 、 v_a から計算して得られる信号を用いる。

【0027】さて、成形機制御盤17は、作業開始スイッチの投入により、ステップ S_1 を実行し、差分要素演算手段26の演算過程で使用するワーク周縁速度 V と押出物圧力 P との関係を表す回帰式 $V = f[P]$ を所定のメモリに登録する。このとき同時にロボット制御盤14はステップ S_a を行い、ワークの形状に応じたロボットプログラム(コーナ部では v_a 、直線状部では v_a' の運転速度指示、運動内容指示等)を設定する。

【0028】回帰式 $V = f[P]$ は、押出し断面形状が一定に保たれるワーク周縁速度 V と押出物圧力 P との関係を実験により測定し、その特性を最も近似する関数を試行錯誤して特定したものである。その結果、回帰式 $V = f[P]$ は、図6に示すように、ほぼ直線となった。従って、ワーク周縁速度 V の変化波形と押出物圧力 P の変化特性は図4(A)と図4(B)の実線波形を比較してわかるように、理想の成形が行われる場合は相似形にほぼ一致するものである。

【0029】上記準備処理の後、成形機制御盤17とロボット制御盤14とは、ステップ S_2 〔成形開始〕によりスタート動作する。このステップ S_2 の段階で、ロボット11はアーム12にワーク2を保持し、該ワーク2の所定の周縁部を押出成形機15におけるノズル先端部4の切込み4aに嵌合させ、ワーク2を移動させる寸前にある。そして、押出成形機15は、ホップ16に投入される押出物をノズル先端部4より吐出可能な態勢にある。

【0030】今、成形開始直後の成形位置がワーク直線状部であるとする、ステップ S_2 の後のステップ S_3 において、ロボット制御盤14から送出される速度指示信号21は、高速度 v_1 を指示し、速度データ入力手段25を構成する所定レジスタに読込まれる。ここで、重要な点は、高速度 v_1 を指示する速度指示信号21が実際にワーク2が移動する前(成形前)に読込まれることである。この先読みのタイミングは少なくとも1プログラムステップ前が望ましい。

【0031】続いて成形機制御盤17はステップ S_4 において、登録した回帰式 $V = f[P]$ を用いて差分要素演算手段26による演算を実行し、算出押出物圧力 P_i を得る。算出押出物圧力 P_i は、ワーク周縁速度 V_i の

ときに必要な押出物圧力である。更に成形機制御盤17は、操作手段27によるステップ $S_6 \rightarrow S_7 \rightarrow S_8 \rightarrow S_9$ のループを実行する。即ち、圧力センサ23からの検出圧力 P_d を入力し、算出押出物圧力 P_i と検出圧力 P_d との差分($P_i - P_d$)を計算し、その結果をステップ S_7 で判断し、差分($P_i - P_d$)が所定の有限値を示す場合(NO)に、ステップ S_8 に進みノズル先端部4における押出物圧力 p がワーク周縁速度 V の変化に追従するようにモータ10の回転速度 N を指令するための制御信号を生成する。このステップ S_8 で行っている操作手段27の動作は、一般的なPID制御である。

【0032】上記PID制御を行う操作手段27は、差分($P_i - P_d$)がほぼ零に収束するまで上記ループを繰り返す。この間に、モータ10の回転速度 N が制御され、ノズル先端部4における押出物圧力が回帰式によって決定される押出物圧力に一致してワーク周縁速度 V_i のときに必要な押出物圧力 P_i で押出物が吐出される。

【0033】差分($P_i - P_d$)がほぼ零の状態の場合は、ステップ S_9 で1サイクルの終了が否かを判断し、成形途中の場合は速度指示信号21の読み込みステップ S_9 に戻り、ステップ S_9 〔必要圧力演算〕以下の処理を繰り返す。即ち、直線状部からコーナ部へ変わるときの指令値 v_2 へ追従する制御及びコーナ部から直線状部へ変わるときの制御を同様に行う。

【0034】このように上記第1実施例では、ワーク周縁速度 V を直線状部ではコーナ部の速度 V_2 より高速度 V_1 となるようにしたので、ワークの全周縁を通じてロボットを能力速度で運転させることができ、サイクルタイムの短縮を図ることができる。また、上記第1実施例の成形機制御盤17ではワーク周縁速度 V の変化を成形前に認識し、変化後の押出物圧力を先に演算してモータ10に先行制御をかけるようにしているので、この実施例による制御を行わない場合の押出物圧力波形(図4(B)の点線波形)に示す非線形差分要素が補正され、ワーク周縁速度 V の高速度 V_1 から低速度 V_2 に変化する期間 T_1 及び低速度 V_2 から高速度 V_1 に変化する期間 T_2 の各特性に、押出物圧力 P の高圧力 P_1 から低圧力 P_2 に変化する特性及び低圧力 P_2 から高圧力 P_1 に変化する特性をほぼ一致させることができ、成形品の断面形状を連続的に保った成形が可能となる。

【0035】また、回帰式 $V = f[P]$ は、簡単な一次式を用いることができるので、係数の設定も外乱の影響を考えて多少変更するだけで済み極めて容易に行うことができる。

制御装置の第2実施例

次にこの発明の第2実施例を図8乃至図11を参照して説明する。

【0036】図8に示すように第2実施例は、ノズル先端部4に対するワーク2の周縁速度を成形前に1サイク

ル分読み込む速度データ入力手段25と、該速度データ入力手段25で読み込んだ移動速度よりモータ10に必要な回転速度を与えるための基本データを作成する基本データ作成手段28と、上記速度データ入力手段25に読み込んだ移動速度データに基づいて上記モータ10の回転速度が変化してから押出物圧力が変化する時間差分要素の回帰式を算出する差分要素演算手段29と、上記基本データ作成手段28に作成した基本データを上記回帰式より求めた時間差分によって時間軸方向に修正して最終の制御信号とする操作手段30とから構成される。

【0037】上記第2実施例の制御装置は図9のような動作となる。図9において、ステップ S_{11} 乃至 S_{16} は成形前の準備処理である。ステップ S_{11} はワーク移動速度とモータ10の回転速度、ここでは角速度との関係を表す回帰式 $V = f[\omega]$ を登録している。回帰式は基本データ作成手段28でアクセスされる所定メモリに書込まれる。

【0038】ステップ S_{11} 、 S_{12} はロボット制御盤14が行う処理であり、とりわけ、ステップ S_{12} は、ワーク2を保持した状態でロボットを1サイクル動作させている。これにより、続くステップ S_{13} ではワーク周縁速度を成形前に1サイクル分所定レジスタに読み込み、速度データ入力手段25の作用を行っている。この場合、ワーク周縁速度 V は図10(A)の波形データとして読み込まれる。

【0039】ステップ S_{13} では、ステップ S_{11} で登録した回帰式 $V = f[\omega]$ により各ワーク周縁速度 V の時系列点 t_1 乃至 t_4 ごとに必要なモータ10の各角速度 ω を算出している(基本データ作成手段28)。この各角速度 ω は制御信号の元になる基本データであり、連続した角速度変化を示す波形データとして保存する。この波形データは、図10(C)における点線で示す波形で示される。

【0040】ステップ S_{14} では、ステップ S_{13} で読み込んだワーク周縁速度 V の波形データを微分し、時系列点 t_1 乃至 t_4 ごとのワーク速度変化率 V' を求めている。ステップ S_{15} では、上記時系列点 t_1 乃至 t_4 ごとのワーク周縁速度 V とワーク速度変化率 V' とを変数として上記モータ10の回転速度が変化してから押出物圧力が変化する時間差分 s を表す回帰式 $S = f[V', V]$ を求め、時系列点 t_1 乃至 t_4 毎の時間差分 s の変化波形(図示略)とする(差分要素演算手段29)。

【0041】これは、図11に示すように、 $f[V', V]$ の値から算出されるもので、 $f[V', V]$ は、例えば V/V' の多項式で表される。即ち、例えば時系列点 t_1 近傍の各ワーク周縁速度 V_i をそのときの各ワーク速度変化率 V_i' で除算した各項(時間要素となる)を合計する。時系列点 t_1 近傍とは、ワーク速度変化率 V_i' が一定となるまでの期間である。これにより求まる時間要素 s_i 等は、ワーク周縁速度がある値から他の

値に変化するときの初期と終期における時定数を表し、この時定数を押出物圧力の変化に当てはめると同時にモータ10の角速度を先読み制御に要する時間に換算しているのである。

【0042】換言すれば、ワーク移動速度とモータ10の角速度との関係は線形で、かつ、押出物圧力はワーク移動速度に追従させるものと定義すると、モータ10の角速度が変化してから押出物圧力が変化する遅れ時間 s は、ワーク移動速度が変化する時定数に比例するものと考えられるからである。続く、ステップ S_{16} では、ステップ S_{15} で求めた角速度 ω の波形データを上記差分要素 S の変化特性で変調する。つまり、ワーク周縁速度が変化する時系列点 t_1 乃至 t_4 毎に差分要素 S だけ時間軸をシフトする。これによって、基本データは図10

(C)の実線波形に示すように修正される。この修正後のデータを制御として後の成形過程においてモータ10の速度指令に用いる(操作手段3)。

【0043】こうして1枚のワークについての上記準備処理が終了したら、ステップ S_{17} 〔成形開始〕以降の成形作業処理に進み、以下この成形作業処理を繰り返す。即ち、ステップ S_{18} では、1つのワーク毎にステップ S_{16} で得た制御信号を出力してモータ10を駆動しており、ステップ S_{19} では1つのワークの成形終了か否かを判断している。

【0044】上記第2実施例の制御装置によれば、1サイクル分のワーク周縁速度を読み込み、モータ10の回転速度と押出物圧力との間に、成形断面形状を維持できない程の大きな時間差分がある場合に、この時間差分の前に回転速度を補正する制御信号が得られる。

制御装置の第3実施例

次にこの発明の第3実施例を図12乃至図16を参照して説明する。

【0045】図12に示すように第3実施例は、ノズル先端部4における押出物圧力を検出する圧力センサ23と、ノズル先端部4に対するワークの1サイクル分の移動速度を予め読み込む速度データ入力手段25と、該速度データ入力手段25に読み込んだ移動速度データより基本データを得る基本データ作成手段31と、該基本データによってモータ10をロボット11と協働して1サイクル作動させる操作手段32と、上記圧力センサ23から出力される1サイクル分の検出圧力 P_d の波形の圧力変化率が変化する時系列点を設定する圧力波形処理手段33と、ワーク速度変化率に関する時系列点と上記圧力変化率に関する時系列点との時間差分により上記基本データを修正する基本データ修正演算手段34と、該基本データ修正手段33で修正したデータを上記基本データ作成手段に格納するデータ入替手段35とを具備する。

【0046】上記第3実施例の制御装置は図13のような動作となる。図13のステップ S_{21} 乃至 S_{25} (A)は成形前の準備処理、図13のステップ S_{26} 乃至 S

s_2 (B)は成形作業処理である。この第3実施例は、成形作業処理を行いつつデータを修正するニューロネット形の制御を行っているが、基本的には第2実施例と同等の制御を行っている。

【0047】ステップ S_{21} ではモータ10の角速度 ω とワーク周縁速度 V との関係を表す回帰式 $\omega = f[V]$

(図14)を登録している。ステップ S_{22} 乃至 S_{24} は、速度データ入力手段25と基本データ作成手段31の作用を行っている。即ち、ステップ S_{21} により1サイクル運転されたロボット11によりワーク周縁速度 V を読み込み(ステップ)、読み込んだ移動速度データ(図15(A)に示す波形データ)を微分して図15(B)に示すワーク速度変化率 V' の波形を作成(ステップ)し、更に上記移動速度データより上限速度 V_1 (直線状部速度)、下限速度 V_2 (コーナ部速度)を決め(ステップ)、上記回帰式 $\omega = f[V]$ より上限速度 V_1 、下限速度 V_2 及びその平均速度 $(V_1 + V_2) / 2$ に対応する角速度 $\omega_1 \sim \omega_3$ を設定(ステップ S_{23})するとともに、上記ワーク速度変化率 V' の波形の正負各半サイクルと閾値 $\pm a$ (任意に設定)との交点をワーク速度変化率 V' が変わる時系列点 $T_1 \sim T_3$ 、 $T_4 \sim T_6$ として設定(ステップ)する。これらの予備処理の後、ステップ S_{24} において、図15(C)に示すように、上記時系列点 $T_1 \sim T_3$ 、 $T_4 \sim T_6$ に上記 $\omega_1 \sim \omega_3$ と、該 $\omega_1 \sim \omega_3$ より演算した角速度変化率 $\phi_1 \sim \phi_3$ と $\phi_4 \sim \phi_6$ (ϕ_3 、 ϕ_6 は零)のデータを組合わせる。

【0048】ここで、 $T_2 = (T_1 + T_3) / 2$

$T_5 = (T_4 + T_6) / 2$ であり、

また、 $\phi_1 = (T_2 - T_1) / (\omega_2 - \omega_1)$

$\phi_2 = (T_3 - T_2) / (\omega_3 - \omega_2)$

$\phi_3 = (T_5 - T_4) / (\omega_2 - \omega_3)$

$\phi_4 = (T_6 - T_5) / (\omega_1 - \omega_2)$ である。

【0049】こうして、モータ10に必要な1サイクル分の指令速度と指令速度変化率が設定される。上記 $\omega_1 \sim \omega_3$ 及び角速度変化率 $\phi_1 \sim \phi_3$ 、 $\phi_4 \sim \phi_6$ からなるデータ群は、ステップ S_{25} で初期1サイクル分の成形作業処理に用いられて、ワーク1枚の成形がなされることになる。

【0050】ステップ S_{26} 、 S_{27} は、2枚目からのワークの成形の第1ステップとなる圧力波形処理手段33を構成している。先ずステップ S_{26} において、1枚目のワークで上記圧力センサ23からの検出圧力 P_d を入力しているので、上記検出圧力 P_d の波形(図16(A)参照)を作成し、続くステップ S_{27} で検出圧力 P_d の波形を微分した圧力変化率 P' の波形(図16(B)参照)をデータ化する。

【0051】ステップ S_{28} では、角速度の場合と同様に、任意の閾値 $\pm b$ を設定して各時系列点 $u_1 \sim u_3$ 、 $u_4 \sim u_6$ を設定する(図16(B)参照)。ここで、

上記時系列点 $u_1 \sim u_3$, $u_4 \sim u_6$ (u_n) は、ステップ S_{22} で設定した時系列点 $T_1 \sim T_3$, $T_4 \sim T_6$ (T_n) に対して、1 枚目のワークの時に設定したデータ群によるモータ 10 の回転速度に対しての押出物圧力 P の各時間差分要素をもつ。この関係を図 16 (C) に示す。図 16 (C) において、 X_1 は T_1 に対しての u_1 の時間差分、 X_2 は T_2 に対しての u_2 の時間差分、等々…である。

【0052】そこで、ステップ S_{22} において、 $T_n - u_n$ *

$$\begin{aligned}\phi_1' &= \{ (T_2 - X_2) - (T_1 - X_1) \} / (\omega_2 - \omega_1) \\ &= \{ \{ (T_2 - (u_2 - T_2)) \} - \{ (T_1 - (u_1 - T_1)) \} \} / (\omega_2 - \omega_1) \\ &= (2 T_2 - u_2 - 2 T_1 + u_1) / (\omega_2 - \omega_1) \\ &= \{ 2 (T_2 - T_1) - (u_2 - u_1) \} / (\omega_2 - \omega_1) \\ \phi_2' &= \{ 2 (T_3 - T_2) - (u_3 - u_2) \} / (\omega_3 - \omega_2) \\ \phi_3' &= \{ 2 (T_5 - T_4) - (u_5 - u_4) \} / (\omega_5 - \omega_4) \\ \phi_4' &= \{ 2 (T_6 - T_4) - (u_6 - u_5) \} / (\omega_6 - \omega_5)\end{aligned}$$

更にステップ S_{21} で修正後のデータ群により成形を行う。そして、成形後、終了が否かを判断し (ステップ S_{22})、全てのワークを成形したときは、プログラムを終了する。

【0053】上記第 3 実施例では、成形品毎の成形中に時間差分要素 S を自動調整して制御信号が修正される点で、温度環境等の外乱や樹脂材料物性値の変化に対しても成形断面形状のばらつきを小さくする効果がある。なお、上記第 3 実施例の変形態様として、圧力検出手段 23 からの 1 サイクル分の検出圧力より上記圧力変化率に関する時系列点を得る代わりに、上記ノズル先端部 4 における押出物圧力と上記ワーク移動速度との関係を表す回帰式を用いて圧力変化率に関する時系列点 u_n を得るようにしてもよい。

【0054】また、この発明は、ワークの表面に押出物を押し出し、成形後に成形品をワークからはぎ取ってモールド品とする場合にも適用でき、成形品の直線状部とコーナ状の曲線部とで、ロボットの速度能力を最大限に発揮した成形が可能となる。

【0055】

【発明の効果】以上説明したように、請求項 1 の発明によれば、ワーク移動速度がコーナ状部で低下する場合でも、直線状部のワーク周縁速度をそれに合わせて低下させる必要がなく、ロボットを能力速度で運転でき、サイクルタイムを大幅に短縮することができる。

【0056】請求項 2 の発明によれば、ワーク移動速度に押出物圧力が常に追尾するように成形機アクチュエータの動作速度を制御することができ、ワーク移動速度がコーナ部と直線状部で変化しても、固有技術に基づく断面形状のばらつきの抑制の効果を維持することができる。また、回帰式が簡単な一次式を用いることができるので、係数の設定も外乱の影響を考慮して多少変更するだけで済む。

【0057】請求項 3 の発明によれば、ワーク移動速度 ※50

*。の時間差分より時系列点 T_n の修正、即ち、時間差分 X_n を前出し時間として算出し、 T_n を $T_n - X_n$ の時系列点に修正する (基本データ修正演算手段 34)。続くステップ S_{22} では、図 16 (D) に示すように、上記修正後の時系列点 $T_n - X_n$ に修正後の角速度変化率 ϕ_n' を組合わせる (データ入替手段 35)。修正後の角速度変化率 ϕ_n' は、以下のように時間差分 X_n で修正する。

※の波形と押出物圧力の波形との非線形差分要素に起因した断面形状のばらつきを防止することができる。請求項 4 の発明によれば、押出物圧力と上記成形機アクチュエータの動作速度との時間差分要素に起因した断面形状のばらつきを防止することができる。請求項 5 の発明によれば、成形中の 1 サイクル毎に成形機アクチュエータへの制御信号を補正し、温度環境等の外乱や樹脂材料物性値の変化に対しても成形断面形状のばらつきを小さくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明のに係る押出成形装置を示す構成図である。

【図 2】 ノズル先端部の構成を示す分解構成図である。

【図 3】 この発明により移動されるワークの運動を説明する説明図であり、(A) は直線状部の運動を示し、(B) はコーナ部の運動を示している。

【図 4】 この発明の押出成形装置の制御装置に関し、ワーク移動速度 (A) と押出物圧力 (B) の変化を示す各波形図である。

【図 5】 この発明に係る押出成形装置の制御装置の第 1 実施例を示す構成図である。

【図 6】 上記第 1 実施例で用いる回帰式のグラフである。

【図 7】 同第 1 実施例の動作を示すフローチャートである。

【図 8】 この発明に係る押出成形装置の制御装置の第 2 実施例を示す構成図である。

【図 9】 上記第 2 実施例の動作を示すフローチャートである。

【図 10】 上記第 2 実施例の動作を示すタイムチャートであって、(A) はワーク移動速度の波形図、(B) は押出物圧力の波形図、(C) は成形機アクチュエータの制御信号を示す波形図である。

15

【図 1 1】 上記第 2 実施例で設定する回帰式のグラフである。

【図 1 2】 この発明に係る押出成形装置の制御装置の第 3 実施例を示す構成図である。

【図 1 3】 上記第 3 実施例の動作を示すフローチャートである。

【図 1 4】 上記第 3 実施例で設定する回帰式のグラフである。

【図 1 5】 上記第 3 実施例の動作を説明するタイムチャートに係り、ワーク移動速度波形 (A) とその微分波形であるワーク速度変化率波形 (B) 及び基本データを示す波形図である。

【図 1 6】 上記第 3 実施例の動作を説明するタイムチャートに係り、(A) は検出圧力の波形図、(B) は上 *

16

* 記検出圧力の波形を微分した圧力変化率の波形図、

(C) はワーク移動速度に関する時系列点とし検出圧力に関する時系列点の関係を示す時間軸図、(D) は修正後の基本データを示す波形図である。

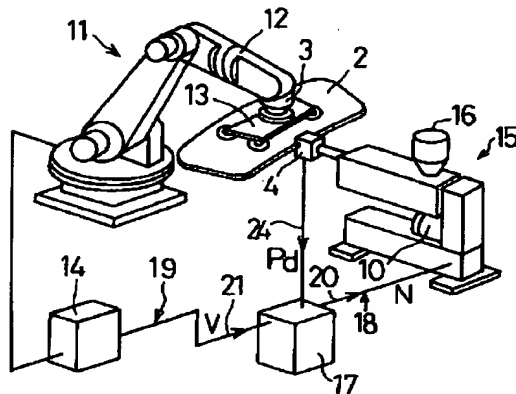
【図 1 7】 この発明の押出成形品を説明する説明図である。

【図 1 8】 従来の押出成形装置におけるワークの運動を説明する説明図である。

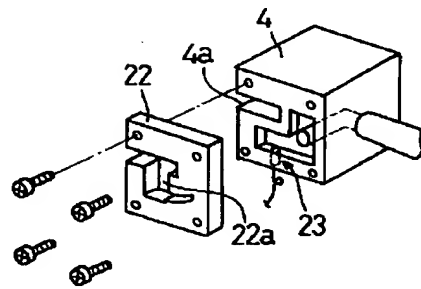
【符号の説明】

10 2 はワーク、4 はノズル先端部、1 4 はロボット制御盤、1 5 は押出成形機、1 7 は成形機制御盤、2 5 は速度データ入力手段、2 6 は差分要素演算手段、2 7 は操作手段であり、各図において共通の構成要素には共通の符号を付す。

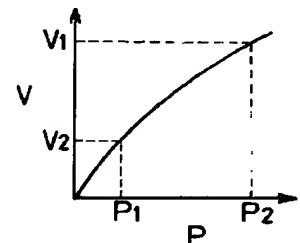
【図 1】



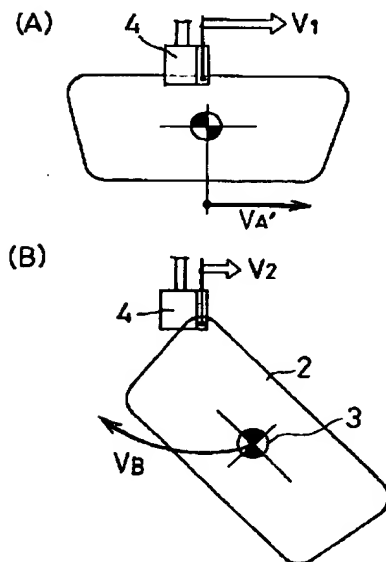
【図 2】



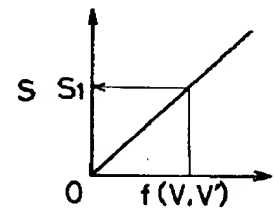
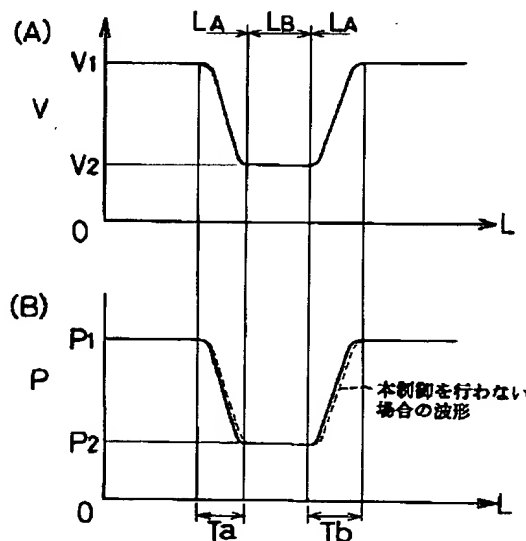
【図 6】



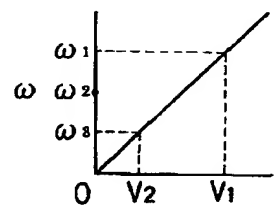
【図 3】



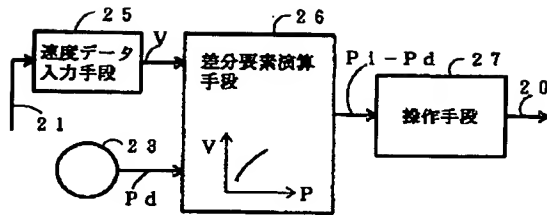
【図 4】



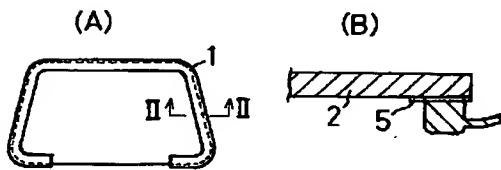
【図 1 4】



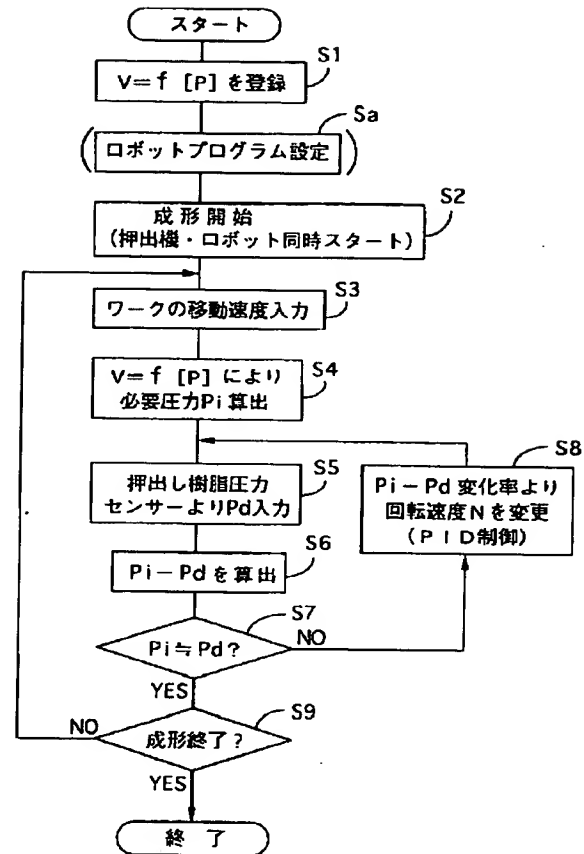
【図5】



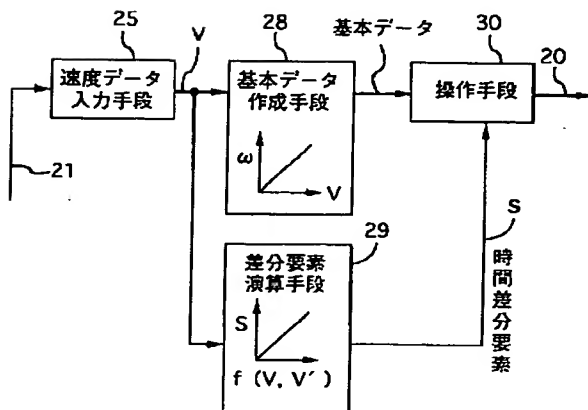
【図17】



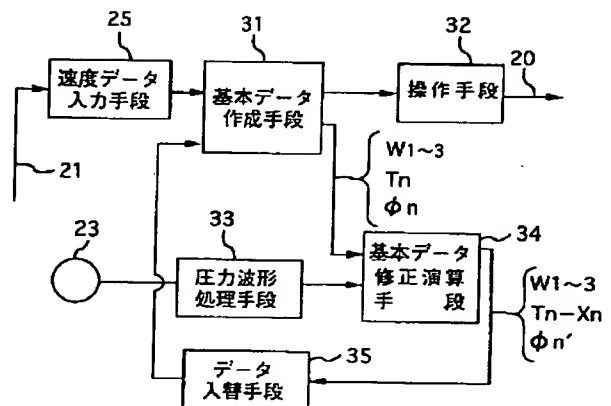
【図7】



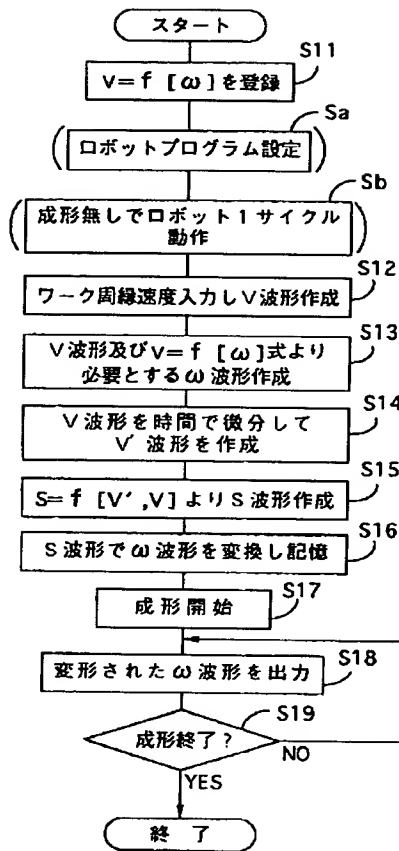
【図8】



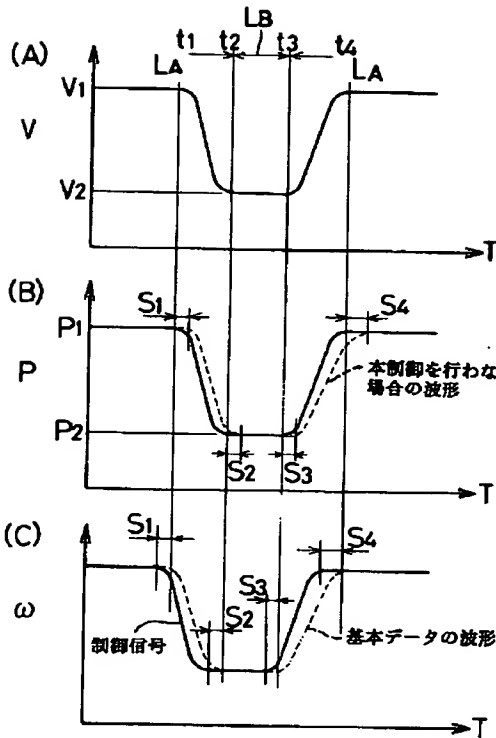
【図12】



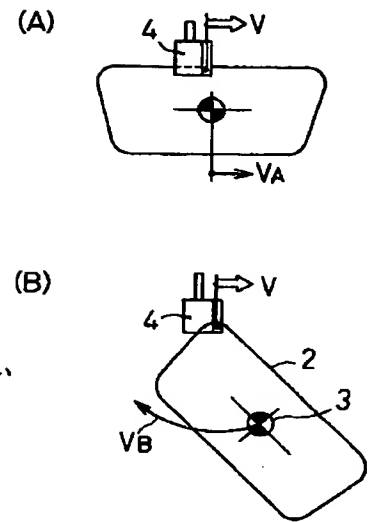
【図9】



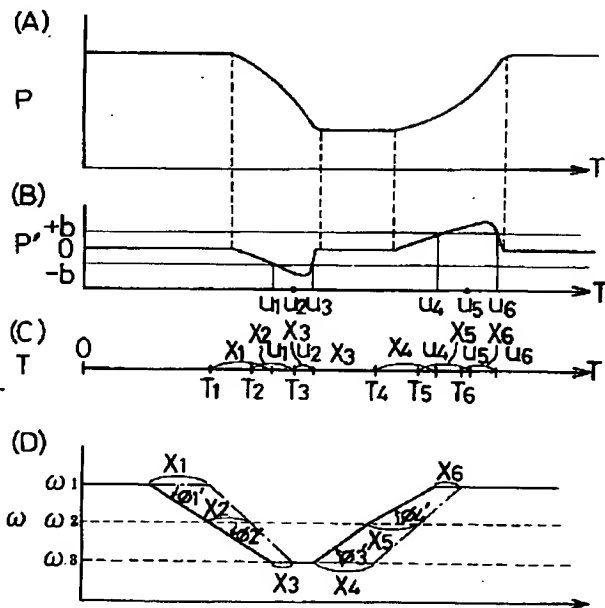
【図10】



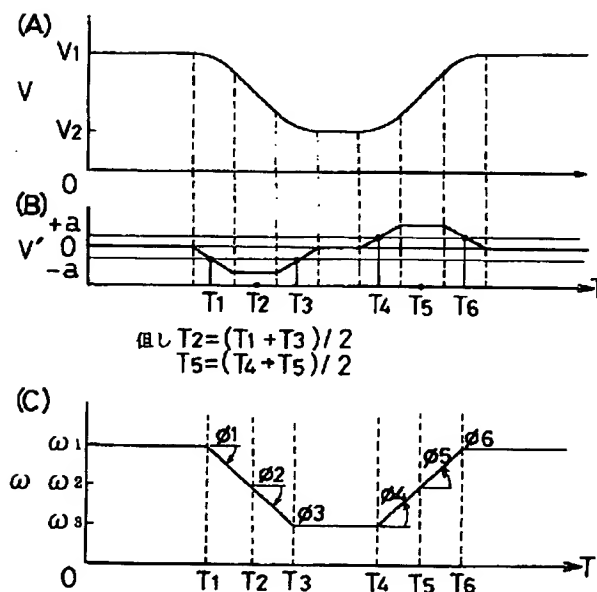
【図18】



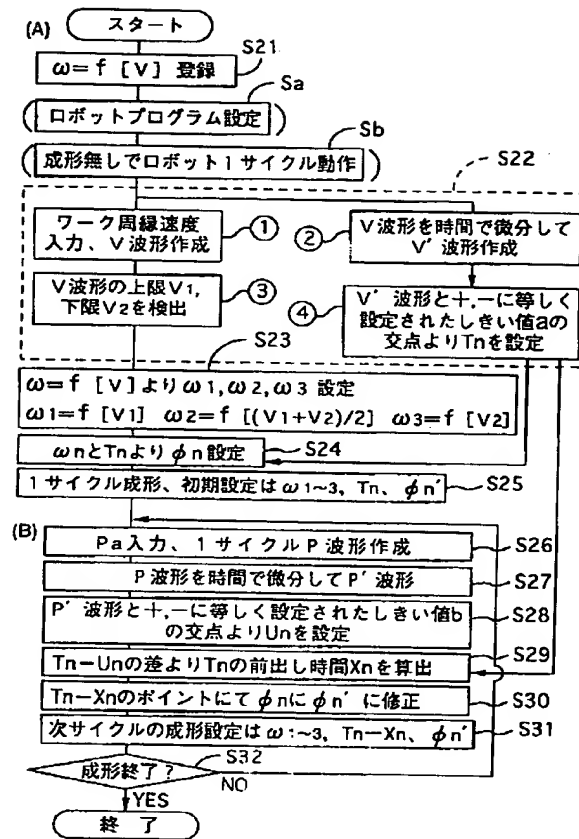
【図16】



【図15】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 上田 和範

愛知県大府市長根町山口9の2 株式会社
豊田自動織機製作所長草工場内

(72)発明者 満田 建一

福岡県福岡市中央区大名2の6の36千代田
火災福岡ビル2F 株式会社BPA研究開
発室内

(72)発明者 平井 洋一

愛知県大府市長根町4丁目1番地 東海興
業株式会社内

(72)発明者 新井 淳嗣

愛知県大府市長根町4丁目1番地 東海興
業株式会社内